

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

***DISEÑO DE NAVE INDUSTRIAL  
DESTINADA A LA FABRICACIÓN DE  
ENGRANAJES***

***DOCUMENTO 1 – INDICE GENERAL***

**Alumno/Alumna:** Hassaniass Díaz de Arcaya, Sylvia

**Director/Directora:** Marcos Rodríguez, Iñaki.

**Curso:** 2017-2018

**Fecha:** 22/02/2018



## Documento 2: Memoria

<b>1</b>	<b>Objeto del proyecto.....</b>	<b>1</b>
1.1	¿ Qué es CAF? .....	2
1.2	Proceso productivo.....	2
1.3	Distribución en planta.....	3
<b>2</b>	<b>Alcance del proyecto.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Memoria constructiva.....</b>	<b>4</b>
3.1	Situación geográfica. ....	4
3.2	Grúa puente .....	5
3.2.1	¿ Qué es una grúa puente? .....	6
3.2.2	Elementos que integran una grúa. ....	6
3.3	Forjado. ....	7
3.4	Escaleras.....	7
3.5	Red de saneamiento.....	8
3.6	Solera.....	8
3.7	Estructura metálica. ....	9
3.8	Placas de anclaje.....	9
3.9	Fachadas hastiales y laterales. ....	9
3.10	Particiones interiores.....	10
3.11	Cerramientos exteriores. ....	10
3.12	Acceso a la nave.....	10
<b>4</b>	<b>Normas urbanísticas. ....</b>	<b>11</b>
4.1	Normas Generales .....	12
4.1.1	Calificación Global y Calificación Pormenorizada .....	13
4.2	Normas Particulares.....	13
<b>5</b>	<b>Estudio de seguridad contra incendios. ....</b>	<b>13</b>
5.1	Reglamento de Seguridad Contra Incendios (RSCI).....	13
5.1.1	Objeto y ámbito de aplicación. ....	14
5.1.2	Condiciones y requisitos que deben satisfacer los establecimientos industriales en relación con su seguridad contra incendios.....	17
5.1.3	Materiales.....	17
5.1.4	Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes.....	18
5.1.5	Resistencia al fuego de elementos estructurales principales. ....	19
5.1.6	Resistencia al fuego de los elementos estructurales secundarios..	20
5.2	Seguridad en caso de incendio (CTE DB SI). ....	20
5.2.1	Evacuación.....	20
5.2.2	Origen de evacuación. ....	21

5.2.3	Número de salidas y longitudes de los recorridos de evacuación. .	21
5.2.4	Señalización de los medios de evacuación e iluminación. ....	21
5.2.5	Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales. ....	22
5.2.6	Instalaciones de protección contra incendios. ....	23
<b>6</b>	<b>Normas y referencias. ....</b>	<b>26</b>
6.1	Disposiciones legales y normas aplicadas. ....	26
6.2	Bibliografía. ....	26
6.2.1	Libros. ....	30
6.2.2	Páginas web. ....	30
<b>7</b>	<b>Programas de cálculo y dibujo. ....</b>	<b>31</b>
7.1	CYPE. ....	31
7.2	AutoCAD. ....	31
7.3	CRANEWAY. ....	31
<b>8</b>	<b>Requisitos de diseño. ....</b>	<b>31</b>
<b>9</b>	<b>Análisis de soluciones. ....</b>	<b>32</b>
9.1	Tipo de cubierta. ....	32
9.2	Cerramiento de fachada. ....	32
9.3	Correas. ....	33
9.4	Pórticos. ....	33
9.5	Otros elementos estructurales. ....	33
9.5.1	Arriostramientos. ....	34
9.5.2	Pilarillos. ....	34
9.5.3	Vigas de atado. ....	34
9.6	Uniones. ....	35
<b>10</b>	<b>Resultados finales. ....</b>	<b>35</b>
10.1	Tipo de cubierta. ....	35
10.2	Cerramiento de fachada. ....	36
10.3	Correas. ....	36
10.4	Pórticos. ....	36
<b>11</b>	<b>Otros elementos estructurales. ....</b>	<b>36</b>
11.1	Viga carril. ....	37
11.2	Arriostramientos. ....	37

**11.3 Pilarillos.....37**  
**11.4 Vigas de atado. ....37**  
**11.5 Forjado.....37**  
**11.6 Saneamiento. ....38**  
**11.7 Uniones.....38**  
**12 Documentos de proyecto. Orden de preferencia. ....38**  
**13. Planificación de la obra. ....39**  
**14. Presupuesto.....40**

## Documento 3: Anexos

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Descripción de la nave.....</b>	<b>1</b>
<b>3. Cálculo de cubierta y combinaciones .....</b>	<b>1</b>
<b>3.1. Cargas Permanentes.....</b>	<b>1</b>
<b>3.2. Cargas Variables.....</b>	<b>4</b>
3.2.1 Sobrecarga de Uso.....	4
3.2.2 Sobrecarga de nieve.....	5
3.2.3 Sobrecarga de viento.....	6
<b>4. Combinaciones de Carga.....</b>	<b>13</b>
<b>4.1. Acciones térmicas.....</b>	<b>20</b>
<b>5. Entreplanta .....</b>	<b>20</b>
<b>5.1. Selección y cálculo de la entreplanta.....</b>	<b>21</b>
<b>5.2. Resultados. ....</b>	<b>23</b>
<b>6. Elección de la grúa puente. ....</b>	<b>29</b>
6.1. Polipasto.....	29
6.2. Carro.....	30
6.3. Dimensionamiento de testeros. ....	31
6.4. Dimensiones restantes. ....	33
6.5. Reacciones por ruedas. ....	35
6.6. Acciones del puente grúa.....	35
6.7. Documentación técnica. ....	35
6.8. Clasificación de los aparatos de elevación.....	36
6.9. Condiciones de utilización. ....	36

<b>6.10. Condiciones de carga.</b>	<b>37</b>
<b>6.11. Clasificación de los puentes grúa.</b>	<b>38</b>
<b>6.12. Coeficiente de mayoración dinámico.</b>	<b>39</b>
<b>6.13. Fuerzas verticales.</b>	<b>39</b>
<b>6.14. Fuerzas longitudinales.</b>	<b>41</b>
<b>6.15. Fuerzas transversales.</b>	<b>44</b>
<b>6.16. Hipótesis posibles debidas al puente grúa.</b>	<b>46</b>
6.16.1 Hipótesis 1.	46
6.16.2 Hipótesis 2.	47
<b>6.17. Cálculo de la viga carril.</b>	<b>47</b>
6.17.1 Programa de cálculo para la viga carril.	51
<b>7. Predimensionamiento mediante el programa de cálculo.</b>	<b>70</b>
<b>7.1. Cálculo de correas.</b>	<b>71</b>
7.1.1 Correas de cubierta	71
7.1.2 Correas laterales	83
<b>8. Nuevo Metal 3D.</b>	<b>94</b>
<b>8.1. Pandeo.</b>	<b>96</b>
<b>8.2. Coeficientes de pandeo</b>	<b>97</b>
<b>8.3. Flecha límite.</b>	<b>100</b>
<b>8.4. Cargas.</b>	<b>104</b>
<b>8.5. Estados Límite Último de las barras (E.L.U.).</b>	<b>110</b>
8.5.1 Pilares de los pórticos.	110
8.5.2 Ménsula.	132
8.5.3 Montante de la viga contraviento.	139
8.5.4 Pilares de la entreplanta.	153
8.5.5 Vigas de la entreplanta.	175
8.5.6 Viga delimitadora de la entreplanta.	189

8.5.7	Viga de atado.....	211
8.5.8	Viga de atado del pórtico hastial delantero.....	225
8.5.9	Viga delimitadora del hueco para la escalera.....	239
8.5.10	Pilarillo de cumbrera .....	253
8.5.11	Dintel pórtico hastial delantero.....	272
8.5.12	Dintel resto de pórticos. ....	297
8.5.13	Viga de atado de los pilarillos hastiales delanteros. ....	315
8.5.14	Cruces de San Andrés.....	331
<b>9.</b>	<b>Cálculo de uniones.....</b>	<b>336</b>
9.1.	<b>Norma .....</b>	<b>336</b>
9.2.	<b>Materiales .....</b>	<b>336</b>
9.3.	<b>Disposiciones constructivas .....</b>	<b>337</b>
9.4.	<b>Comprobaciones .....</b>	<b>337</b>
9.5.	<b>Referencias y simbología .....</b>	<b>337</b>
9.5.1	Método de representación de soldaduras .....	338
9.6.	<b>Comprobaciones en placas de anclaje.....</b>	<b>340</b>
9.7.	<b>Tipos de uniones y comprobaciones. ....</b>	<b>341</b>
9.8.	<b>Arriostramientos y comprobaciones .....</b>	<b>424</b>
<b>10.</b>	<b>Placas de anclaje .....</b>	<b>436</b>
10.1.	<b>Agrupación.....</b>	<b>436</b>
10.2.	<b>Comprobaciones. ....</b>	<b>438</b>
<b>11.</b>	<b>Cimentación. ....</b>	<b>457</b>
11.1.	<b>Agrupación.....</b>	<b>457</b>
11.2.	<b>Comprobaciones. ....</b>	<b>458</b>
11.3.	<b>Vigas de atado. ....</b>	<b>467</b>
11.3.1	Comprobaciones.....	468



**12. Solera..... 468**

**13. Red de saneamiento..... 469**

**13.1. Instalación de saneamiento de aguas pluviales..... 469**

**13.2. Instalación de saneamiento de aguas fecales..... 473**

**14. Suministro de aguas. .... 476**

## DOCUMENTO 4: Planos

Nº del plano:	Título del plano:	Formato:
1	Emplazamiento	A3
2	Distribución (I)	A3
3	Distribución (II)	A3
4	Alzado (I)	A2
5	Alzado (II)	A2
6	Estructura 3D	A2
7	Fachadas hastiales (alineaciones A y E)	A3
8	Fachadas laterales y cubierta	A3
9	Estructura de cubierta	A3
10	Entramado lateral	A3
11	Pórtico 1: Uniones	A3
12	Pórtico 1: Uniones (II)	A3
13	Pórtico 1: Uniones (III)	A3
14	Pórtico 1: Uniones (IV)	A3
15	Pórtico 1: Uniones (V)	A3
16	Pórtico 1: Uniones (VI)	A3
17	Pórtico 2: Uniones	A3
18	Pórtico 2: Uniones (II)	A2

19	Pórtico 2: Uniones (III)	A3
20	Pórtico 2: Uniones (IV)	A3
21	Pórtico 3 y 4: Uniones	A3
22	Pórtico 3 y 4: Uniones (II)	A3
23	Pórtico 5: Uniones	A3
24	Pórtico 5: Uniones (II)	A2
25	Pórtico 5: Uniones (III)	A3
26	Pórtico 5: Uniones (IV)	A3
27	Pórtico 5: Uniones (V)	A3
28	Pórtico 6: Uniones	A3
29	Pórtico 6: Uniones (II)	A3
30	Pórtico 6: Uniones (III)	A3
31	Planta de cimentación (I)	A0
32	Planta de cimentación (II): zapatas	A2
33	Planta de cimentación (III): placas de anclaje	A3
34	Planta de cimentación (IV): placas de anclaje	A3
35	Entreplanta	A3
36	Solera	A3
37	Saneamiento de aguas pluviales	A3
38	Saneamiento de aguas fecales	A3
39	Suministro de agua	A3

40	Escaleras	A3
41	Instalación contra incendios	A2

## Documento 5: Pliego de condiciones

<b>1. Pliego de condiciones generales .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Objetivo .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Alcance.....</b>	<b>1</b>
<b>1.3. Documentos que definen las obras.....</b>	<b>1</b>
<b>1.4. Nombramiento de la dirección facultativa .....</b>	<b>2</b>
<b>1.5. Descripción de la obra. ....</b>	<b>2</b>
<b>2. Pliego de condiciones técnicas.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Acondicionamiento del terreno.....</b>	<b>3</b>
2.1.1. Excavaciones.....	3
2.1.2. Limpieza y desbroce del terreno.....	3
2.1.3. Defectos del terreno.....	3
<b>2.2. Condiciones técnicas exigibles .....</b>	<b>4</b>
2.2.1. Calidad de los materiales.....	4
2.2.2. Pruebas y ensayos de materiales.....	4
2.2.3. Materiales no consignados en proyecto .....	4
2.2.4. Condiciones generales de ejecución .....	5
2.2.5. Disposiciones técnicas a tener en cuenta.....	5
2.2.6. Materiales y equipos.....	5
2.2.7. Condiciones particulares de la recepción de materiales.....	7
2.2.8. Ejecución .....	12
2.2.9. Control de la estructura. Criterios de aceptación y rechazo .....	15
2.2.10. Transporte.....	17
2.2.11. Almacenamiento.....	17
2.2.12. Descarga en obra.....	17
2.2.13. Seguridad.....	18

2.2.14. Conservación y mantenimiento.....	18
<b>3. Pliego de condiciones facultativas.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1. Definiciones.....</b>	<b>20</b>
3.1.1. Propiedad o propietario.....	20
3.1.2. Ingeniero-Director.....	20
3.1.3. Dirección facultativa.....	21
3.1.4. Contratista.....	21
3.1.5. Coordinador de seguridad y salud.....	21
<b>3.2. Seguros .....</b>	<b>23</b>
<b>3.3. Reclamación de terceros .....</b>	<b>23</b>
<b>3.4. Modificaciones y trabajos no estipulados en el pliego .....</b>	<b>23</b>
<b>3.5. Reclamaciones contra las órdenes del Director de Obra.....</b>	<b>24</b>
<b>3.6. Despidos por falta de subordinación, incompetencia o manifestar mala fe .....</b>	<b>24</b>
<b>3.7. Trabajos, materiales y medios auxiliares.....</b>	<b>24</b>
3.7.1. Libro de órdenes.....	24
3.7.2. Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución.....	25
3.7.3. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.....	25
3.7.5. Obras y vicios ocultos.....	26
3.7.6. Materiales no utilizables o defectuosos.....	26
3.7.7. Medios auxiliares. ....	26
<b>3.8. Hallazgos históricos.....</b>	<b>27</b>
<b>3.9. Recepción y liquidación .....</b>	<b>27</b>
3.9.1. Recepción provisional.....	27
3.9.2. Plazo de garantía.....	28
3.9.3. Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente .....	28
3.9.4. Recepción definitiva.....	28

3.9.5. Liquidación final .....	29
3.9.6. Liquidación en caso de rescisión .....	29
3.9.7. Limpieza final de las obras. ....	29
<b>4. Pliego de condiciones económicas .....</b>	<b>30</b>
4.1. Principio general .....	30
4.2. Garantías .....	30
4.3. Fianza .....	30
4.3. Ejecución de trabajos con carga a la fianza .....	30
4.4. Devolución de la fianza .....	31
4.5. Precios y revisiones .....	31
4.5.1. Precios contradictorios.....	31
4.5.2. Reclamaciones de aumento de precio.....	32
4.5.3. Revisión de precios.....	32
4.5.4. Elementos comprendidos en el presupuesto.....	33
<b>4.6. Valoración y abono de los trabajos .....</b>	<b>33</b>
4.6.1. Valoración de la obra .....	33
4.6.2. Medidas parciales y finales.....	34
4.6.3. Equivocaciones en el presupuesto .....	34
4.6.4. Valoración de obras incompletas.....	34
4.6.5. Pagos.....	34
4.6.6. Suspensión por retraso de pagos. ....	35
4.6.7. Indemnización por retraso de los trabajos. ....	35
4.6.8. Indemnización por daños de causa mayor al Contratista .....	35
4.6.9. Mejoras de obras. ....	35
4.6.10. Seguros de los trabajos. ....	36
<b>5. Pliego de condiciones legales .....</b>	<b>37</b>
5.1. Jurisdicción. ....	37

<b>5.2. Accidentes laborales.....</b>	<b>37</b>
<b>5.3. Devolución de la fianza y plazo de entrega de las obras .....</b>	<b>38</b>
<b>5.4. Rescisión del contrato .....</b>	<b>38</b>
<b>5.5. Disposiciones legales y permisos.....</b>	<b>39</b>



**Documento 6: Estado de las mediciones**

**1. Movimiento de las tierras. .... 1**

**2. Red de saneamiento y fontanería. .... 1**

**3. Cimentaciones. .... 3**

**4. Estructura metálica. .... 6**

**5. Puente grúa. .... 8**

**6. Cerramiento. .... 9**

**7. Cerrajería. .... 9**

**8. Albañilería. .... 10**

**9. Instalación contra incendios. .... 10**

**10. Aparatos sanitarios. .... 11**

**11. Pinturas y tratamientos térmicos. .... 11**

**12. Seguridad y salud. .... 12**

**13. Control de calidad. .... 12**

**14. Gestión de Residuos. .... 12**

**Documento 7: Presupuesto**

**1. Capítulos.....1**

**1.1. Movimiento de las tierras. .... 1**

**1.2. Red de saneamiento y fontanería. .... 2**

**1.3. Cimentaciones. .... 3**

**1.4. Estructura metálica. .... 7**

**1.5. Puente grúa.....10**

**1.6. Cerramiento. ....11**

**1.7. Cerrajería..... 11**

**1.8. Albañilería. .... 12**

**1.9. Instalación contra incendios..... 13**

**1.10. Aparatos sanitarios..... 13**

**1.11. Pinturas y tratamientos térmicos. .... 14**

**1.12. Seguridad y salud. .... 14**

**1.13. Control de calidad. .... 15**

**1.14. Gestión de Residuos.....15**

**2. Resumen de presupuesto.....16**

## Documento 8. Estudios con Entidad Propia

<b>1. Estudio de Seguridad y Salud.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Objeto del Estudio de Seguridad y Salud. ....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Contenido del ESS.....</b>	<b>1</b>
<b>1.3. Designación de los coordinadores en materia de seguridad y salud. ..</b>	<b>2</b>
<b>1.4. Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud.....</b>	<b>2</b>
<b>1.5. Datos principales de la obra.....</b>	<b>3</b>
1.5.1. Denominación. ....	3
1.5.2. Emplazamiento. ....	3
1.5.3. Presupuesto. ....	3
1.5.4. Plazo de ejecución. ....	3
1.5.5. Personal previsto. ....	4
1.5.6. Botiquín y Centro de emergencias más próximos. ....	4
1.5.7. Procedimientos de primeros auxilios. ....	5
<b>1.6. Prevención contra incendios en obra.....</b>	<b>5</b>
1.6.1. Almacenamiento de materiales y residuos. ....	6
<b>1.7. Instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores. ....</b>	<b>7</b>
1.7.1. Vestuarios. ....	7
1.7.2. Aseos. ....	7
1.7.3. Comedor. ....	8
<b>1.8. Aplicación de la seguridad al proceso productivo.....</b>	<b>8</b>
1.8.1. Riesgos laborales previos a la ejecución de la obra. ....	8
1.8.2. Riesgos laborales por utilización de maquinaria y herramientas. ....	23
1.8.3. Riesgos laborales por la utilización de medios auxiliares. ....	30
<b>1.9. Riesgos laborales evitables.....</b>	<b>30</b>
1.9.1. Caídas al mismo nivel. ....	31
1.9.2. Caídas a distinto nivel. ....	31
1.9.3. Polvo. ....	31
1.9.4. Ruido.....	31
1.9.5. Esfuerzos. ....	31
1.9.6. Incendios.....	31

<b>1.10. Riesgos laborales que no pueden eliminarse.....</b>	<b>32</b>
1.10.1. Caída de objetos.....	32
1.10.3. Dermatitis.....	32
1.10.4. Electrocuciones.....	32
1.10.5. Quemaduras.....	33
<b>1.11. Conocimientos de seguridad y salud.....</b>	<b>33</b>
1.11.1. Cerramientos y cubiertas.....	33
1.11.2. Instalaciones.....	33
1.11.3. Pinturas.....	34
<b>1.12. Riesgos laborales especiales.....</b>	<b>34</b>
<b>1.13. Medidas en caso de emergencia.....</b>	<b>34</b>
<b>1.14. Presencia de los recursos preventivos del contratista.....</b>	<b>35</b>
<b>1.15. Pliego de condiciones.....</b>	<b>36</b>
1.15.1. Pliego de cláusulas administrativas.....	36
1.15.2. Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.....	47
<b>1.16. Planos.....</b>	<b>50</b>
1.16.1. Plano.....	50
1.16.2. Fichas de seguridad.....	50
<b>1.17. Presupuesto.....</b>	<b>75</b>
1.17.1. Instalaciones de higiene y bienestar.....	75
1.17.2. Vallado y señalización.....	75
1.17.3. Protecciones colectivas.....	76
1.17.4. Equipo de protección individual.....	77
1.17.5. Varios.....	78
<b>2. Plan de Control de Calidad.....</b>	<b>79</b>
<b>2.1. Objeto.....</b>	<b>79</b>
<b>2.2. Control del proyecto.....</b>	<b>80</b>
<b>2.3. Condiciones en la ejecución de las obras.....</b>	<b>80</b>
2.3.1. Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas.....	81
<b>2.4. Control de ejecución de la obra.....</b>	<b>82</b>
<b>2.5. Control de la obra terminada.....</b>	<b>83</b>

<b>2.6. Seguimiento de la obra.</b>	<b>83</b>
2.6.1. Documentación obligatoria del seguimiento de la obra.	83
2.6.2. Documentación del control de la obra.	84
2.6.3. Certificado final de obra.	85
<b>2.7. Pruebas a realizar en obra.</b>	<b>85</b>
2.7.1. Cimentación.	85
2.7.2. Estructuras de acero.	86
<b>2.8. Cerramientos y particiones.</b>	<b>86</b>
<b>2.9. Instalaciones de fontanería.</b>	<b>87</b>
<b>2.10. Instalaciones de protección contra incendios.</b>	<b>88</b>
2.10.1. Control de calidad de la documentación del proyecto:	88
2.10.2. Suministro y recepción de productos:	88
<b>2.11. Presupuesto.</b>	<b>88</b>
<b>3. Plan de Gestión de Residuos.</b>	<b>90</b>
3.1. Objeto.	90
3.2. Medidas de prevención de residuos.	90
3.3. Operaciones de reutilización, valorización o eliminación.	91
3.4. Medidas para la separación de los residuos en obra.	91
3.5. Plano de las instalaciones previstas.	92
3.6. Prescripciones particulares del proyecto.	92
3.7. Valorización del coste.	93
3.8. Presupuesto.	93
3.8.1. Costes de transporte y vertido.	94
3.8.2. Medios auxiliares y gastos de administración Medios auxiliares.	94
3.8.3. Presupuesto final.	94

**Documento 9: Resumen**

**1. Resumen en castellano.....1**

**2. Resumen en inglés .....1**

**3. Resumen en euskera .....1**

